

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

Вінницький національний технічний університет

Відомо, що в процесі роботи силові трансформатори енергосистем працюють з нерівномірним навантаженням. Очевидно, що при зростанні навантаження тепловий вплив на обмотки трансформатора збільшується. Перевищення допустимих норм нагрівання обмоток призводить до інтенсивного теплового старіння і, як наслідок, скорочення терміну експлуатації трансформатора.

Існують підходи, які дозволяють оцінювати теплове старіння обмоток силового трансформатора в умовах сталого навантаження або незначного відхилення від нього [1, 2]. Такі підходи дозволяють досить точно прогнозувати термін вичерпання робочого ресурсу ізоляції трансформаторів.

Набагато складніше оцінювати теплове старіння ізоляції в умовах, коли зростання навантаження або перевантаження носять короткочасний характер. Тобто, процес накиду навантаження уже може закінчитись, а дія виділеного при цьому тепла ще має досить довготривалий характер. І, незважаючи на те, що зазначені накиди навантаження короткочасні, вплив на термін експлуатації ізоляції може бути досить суттєвим.

Відомі різні підходи до оцінки такого теплового старіння ізоляції. Одним із найточніших міг би бути метод, оснований на законах теплопровідності, яким враховується передача тепла від його джерела (провідників обмотки, по яких протікає/протікав струм) до поверхні обмоток силового трансформатора з врахуванням впливу системи охолодження [3]. В цьому випадку по кривій нагрівання ізоляції можна опосередковано визначити точки найбільшого підвищення температури, а, отже, точки, за якими можливо прогнозувати вичерпання ресурсу ізоляції.

Вказаний підхід передбачає необхідність цілого ряду розрахунків і ускладнює його застосування із-за необхідності врахування багатьох факторів впливу на трансформатор та його конструктивних особливостей. Очевидно, що для кожного типу трансформатора необхідно здійснювати окремий розрахунок розташування його теплових полів.

В дані роботі пропонується підхід, який дозволяє, опираючись на теорію нечітких множин, реалізувати математичну модель, за якою можливо оцінювати теплове старіння обмоток в умовах короткочасних стрибків навантаження. Зазначена математична модель дозволяє враховувати ряд факторів, таких як струм усталеного навантаження, струм перевантаження, тривалість перевантаження, періодичність перевантажень, температуру охолоджувального середовища, фактори зовнішнього впливу, зокрема, температуру навколишнього середовища, наявність впливу від прямих сонячних променів, вітру, вологості.

Розроблена математична модель дає чітку якісну оцінку залишкового ресурсу ізоляції, але для реального використання необхідно здійснити її налаштування, що і передбачається наступним етапом цієї роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Голоднов Ю. М. Контроль за состоянием трансформаторов. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 88 с., ил.
2. Грабко В.В., Березницький Д.О. Математична модель для побудови ресурсних характеристик силового трансформатора, який працює в режимі перевантаження // Вісник ВПІ. – 2008. - №1. – С.55 - 58.
3. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. Изд. 4-е перераб. и дополненное. - М.: "Энергоиздат", 1981. - 415 с.